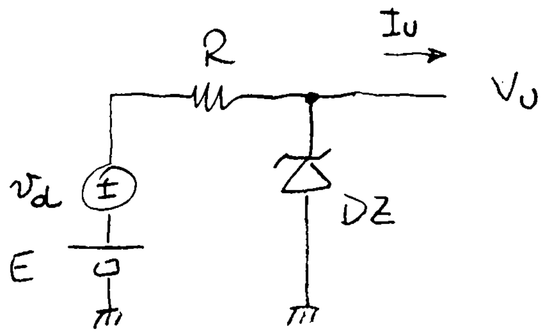
SCHEDA **A09_01**		Data: **9 Gennaio 2009**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

7 punti

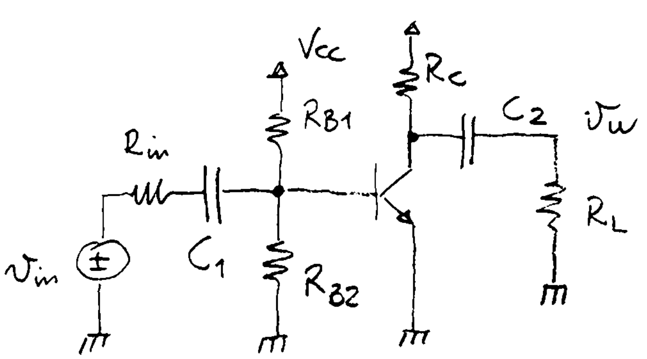
Nel seguente regolatore determinare R in modo da garantire il corretto funzionamento per tutto il range delle tensioni di ingresso ($10\ V < E < 12\ V$) e delle correnti di uscita ($I_U < 100\ mA$). La resistenza R deve essere scelta in modo da rendere minima la potenza massima erogata dal generatore. Determinare quindi il valore relativo delle variazioni v_u in presenza del disturbo a media nulla v_d e con $E = 11\ V$ e $I_U = 50\ mA$. Per lo Zener si ha $V_Z = 6\ V$ e $r_Z = 4\ \Omega$ @ $I_Z = 50\ mA$; $r_{ZK} = 100\ \Omega$ @ $I_{ZK} = 1\ mA$.



ESERCIZIO N°2

6 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e i parametri del modello per piccoli segnali semplificato del BJT. Per il BJT si sa che $h_{FE} = h_{fe} = 300$ e $h_{ie} = 800\ \Omega$ @ $I_C = 10\ mA$.



$V_{CC} = 12\ V$

$C_1 = 10\ \mu F$

$C_2 = 1\ \mu F$

$R_C = R_L = 5\ K\Omega$

$R_{B1} = 11\ R_{B2}$

$R_{B2} = 100\ K\Omega$

$R_{in} = 10\ K\Omega$

ESERCIZIO N°3

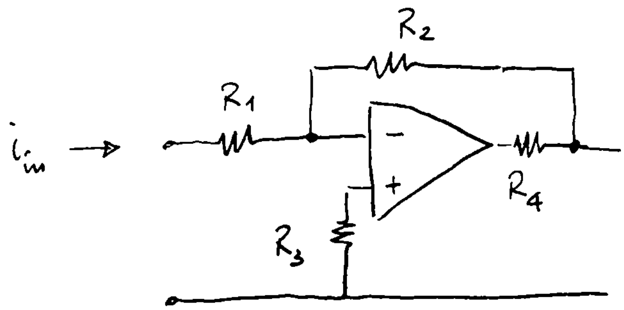
7 punti

Determinare la risposta in frequenza del circuito dell'esercizio 2 e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode. $(h_{ie} = 1K\Omega)$

ESERCIZIO N°4

6 punti

Determinare i parametri r_i e r_f del seguente circuito.



OP-AMP ideale

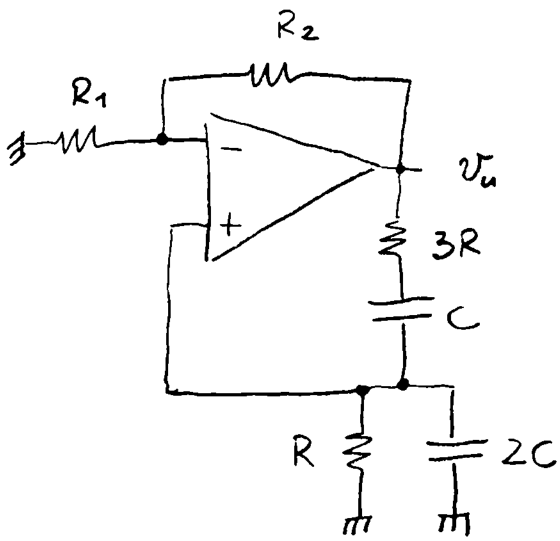
$R_1 = R_4 = 1\Omega$

$R_2 = R_3 = 1K\Omega$

ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare frequenza e ampiezza a regime del seguente oscillatore.



$R = 1K\Omega$

$C = 1\mu F$

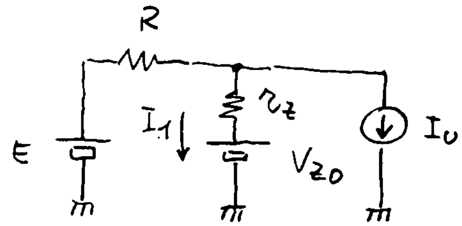
$$\frac{R_2}{R_1} = 9\left(1 - \frac{V^2}{V_o^2}\right)$$

V: ampiezza uscita

$V_o = 3V$

(1)

Circuito equiv (modello per GRANDI segnali)



con $r_z = 4\,\Omega$

$$V_{Z0} = V_Z - r_Z I_Z = 5{,}8\,V$$

questo modello è valido per

$$I_1 > 4 I_{ZK} = 4\,mA$$

La potenza massima erogata dal generatore si ha con

$E = E_{MAX}$; $I_U = I_{UMAX}$

e vale

$$P_E = E_{MAX} \cdot \left(\frac{E_{MAX} - V_{Z0}}{R + r_Z} + I_U \frac{r_Z}{R + r_Z} \right)$$

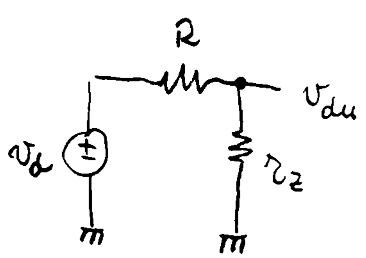
Si vede subito che decresce al crescere di R. Quindi dovrà essere scelto il valore di R maggiore che garantisce il corretto funzion.
La situazione peggiore in questo caso si ha con

$E = E_{min}$; $I_U = I_{UMAX}$; $I_1 = 4 I_{ZK}$

quindi

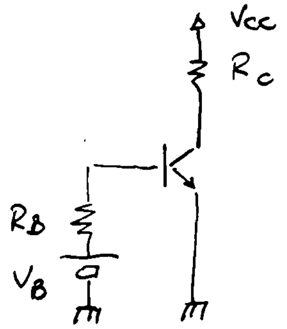
$$R = \frac{E_{min} (V_{Z0} + 4 r_Z I_{ZK})}{I_{UMAX} + 4 I_{ZK}} = 40{,}23\,\Omega$$

Per trovare il disturbo in uscita, si ricorre al modello per piccoli segnali



$$\frac{v_{du}}{v_d} = \frac{r_Z}{R + r_Z} = 0{,}0904$$

② Circuito statico



$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}} = 1\,V$$

$$R_B = R_{B1} \parallel R_{B2} = 91{,}67\ k\Omega$$

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE\,on}}{R_B} = 3{,}27\ \mu A\ ; \qquad I_C = h_{FE}\, I_B = 0{,}982\ mA$$

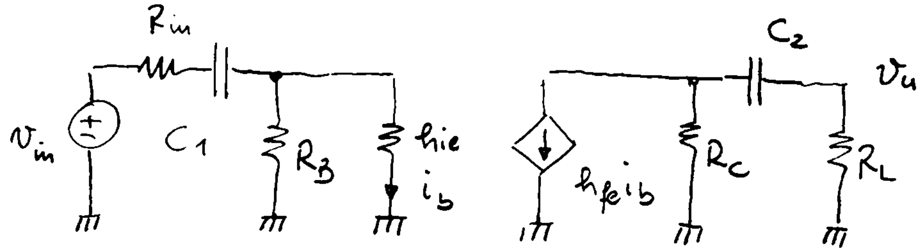
$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C = 7{,}091\ V$ (ok zona attiva diretta)

Per determinare $r_{bb'}$ uso i valori nel punto di riposo dato dal costruttore h_{ie}^{*} @ I_C^{*}

$$r_{bb'} = h_{ie}^{*} - \frac{V_T}{I_C^{*}}\, h_{fe} = 20\,\Omega$$ da cui

$$h_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} \cdot h_{fe} = 7{,}96\ k\Omega$$

③ Circuito per piccoli segnali



$R_B = 91{,}67\,k\Omega$
$h_{ie} = 1\,k\Omega$

Il sistema ha 2 zeri nell'origine e due poli
L'amplificazione a centro banda si ha in questo circuito per $s \to \infty$

$$A_\infty = - R_C /\!/ R_L \cdot h_{fe} \cdot \frac{R_B}{R_B + h_{ie}} \cdot \frac{1}{R_{in} + R_B /\!/ h_{ie}} = -67{,}5 \quad (36{,}6\ dB)$$

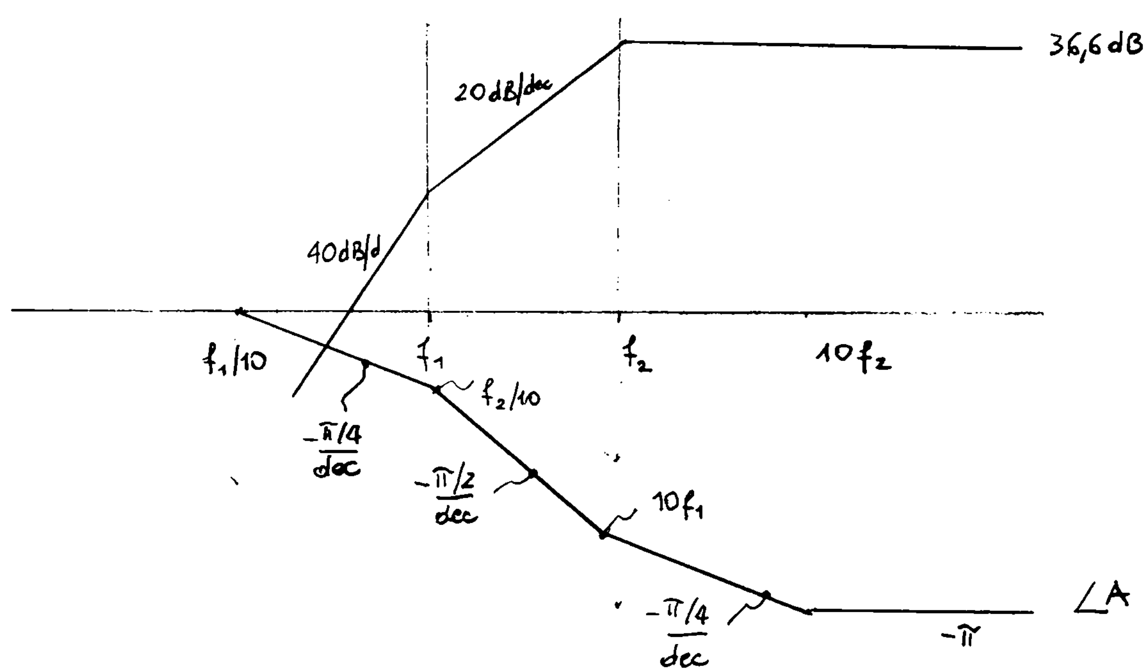
I due poli sono dati da

$$P_1 = \frac{1}{R_1 C_1} = 9{,}10\ rad/s \qquad (1{,}45\,Hz)$$

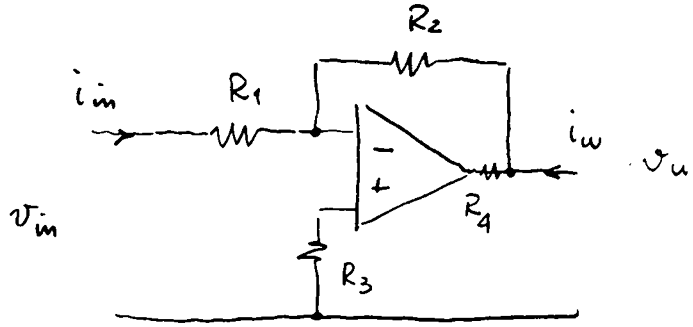
$$R_1 = R_{in} + R_B /\!/ h_{ie} = 10{,}989\ k\Omega$$

$$P_2 = \frac{1}{R_2 C_2} = 100\ rad/s \quad (15{,}92\,Hz)$$

$$R_2 = R_L + R_C = 10\ k\Omega$$



(4)



Si tratta di un amplificatore invertente, per il quale valgono le seguenti relazioni (c.c. virtuale)

$v^+ = 0$ (non c'è caduta su R_3)

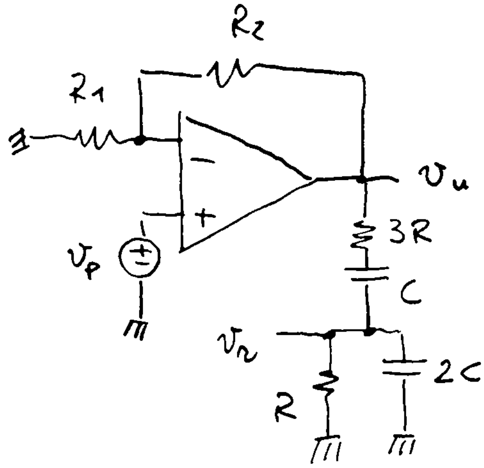
$v^- = 0$ (corto circuito virtuale)

$$\begin{cases} v_{in} = R_1 i_{in} & \text{(indipendente da } i_u\text{)} \\ v_u = -R_2 i_{in} & \text{(indipendente da } i_u\text{)} \end{cases}$$

Quindi $r_i = R_1$ (1Ω)

$r_f = R_2$ $(1K\Omega)$

(5) Oscillatore a ponte di Wien



$$bA = \frac{v_r}{v_p} = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot \frac{\frac{R}{2RCs+1}}{\frac{R}{2RCs+1}+3R+\frac{1}{Cs}} = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{RCs}{6RCs+6(RCs)^2+1}$$

$\angle bA = 0$ per $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{6}\,RC}$ $\qquad f_0 = 408{,}2\ Hz$

$|bA(\omega_0)| = \frac{10}{6} > 1$

A regime, la condizione sulla fase non varia. Quindi la frequenza di oscillazione sarà f_0.

L'ampiezza dovrà essere tale da rendere $|bA(\omega_0)| = 1$
Quindi

$$\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right) = 6 \ ; \quad \frac{R_2}{R_1} = 5 \ ; \quad \frac{V_u^2}{V_0^2} = \frac{4}{9} \ ; \quad V_u = 2V$$